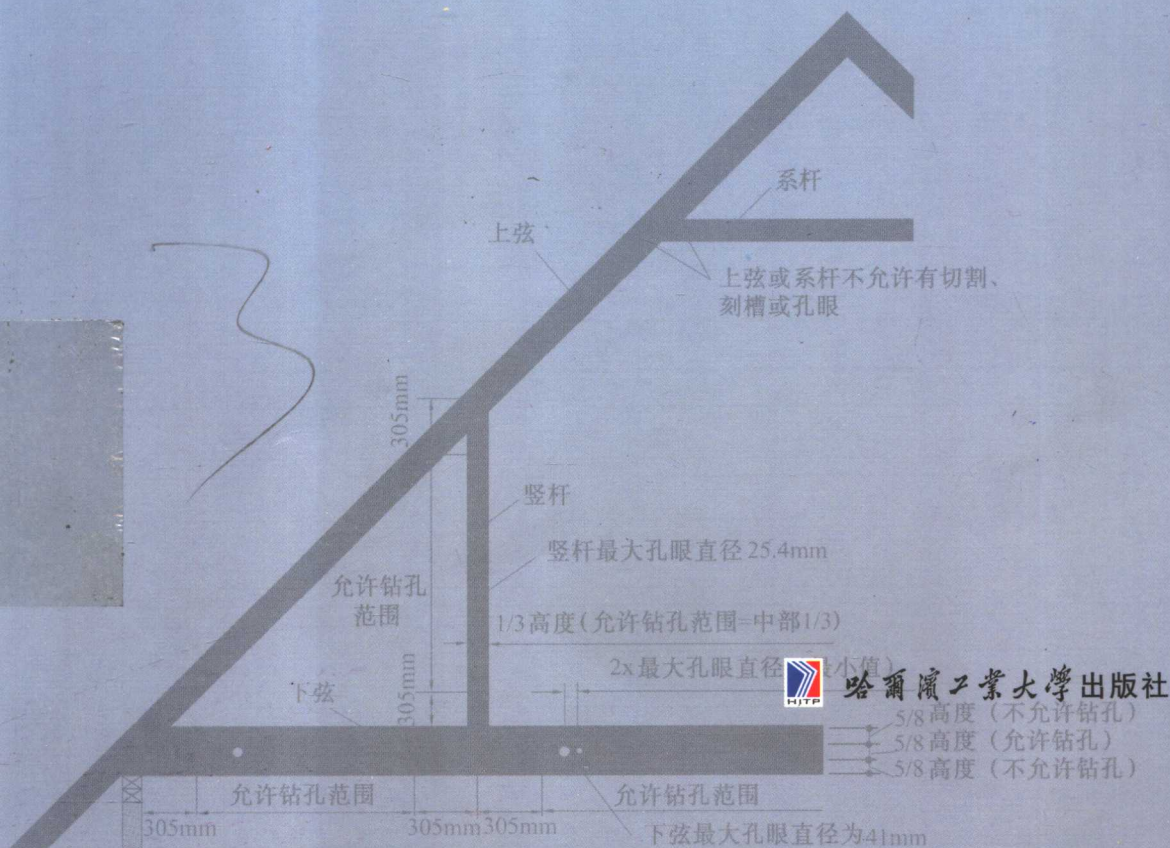


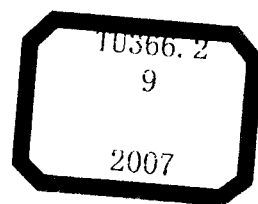


# 现代木结构

樊承谋 聂圣哲 陈松来 陈志勇 编著



哈尔滨工业大学出版社



# 现代木结构

樊承谋 聂圣哲 陈松来 陈志勇 编著



哈尔滨工业大学出版社

## 内 容 简 介

本书对国际上木结构的最新技术进行了系统介绍和分析。主要内容包括结构复合木材及其质量评定原则、预制工字形搁栅、木结构胶连接原理、木结构的胶合植入钢筋、定型系列木屋架、旋切板胶合木的工程应用。

本书可作为高等学校土木工程等相关专业师生的教学参考书,也可供木结构科研、设计、施工的从业人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

现代木结构/樊承谋编著—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2007.4

ISBN 978-7-5603-2488-3

I. 现… II. 樊… III. 木结构 IV. TU366.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 029753 号

责任编辑 刘瑞峰

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 8.25 字数 184 千字

版 次 2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-2488-3

印 数 1~3 000 册

定 价 25.00 元

---

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

# 前 言

我国古代木结构造型优美典雅,古木建筑的屋顶可与欧洲古石建筑的柱头媲美,皆是现代建筑借以美化的典范。但是这种梁柱体系的木结构因用料偏多,后多被欧美符合力学原理的方木和原木结构所取代。20世纪40年代,由于层板胶合木结构的出现,解决了木材受天然尺寸限制的缺点,并能将木材按截面受力大小合理布置,还能按建筑造型的要求制成各种曲线形的构件,当时最大的胶合木结构圆顶直径已经可以做到168 m了,这是木结构发展中的第一次历史性辉煌。

20世纪70年代,结构用木材加工已开始由锯切向旋切和削片转变,使原木的出材率提高了30%以上,且出现了高效能利用木材的结构——复合木材(SCL)取代了层板胶合木。首先问世的旋切板胶合木(LVL)成品长度为24 m,最大截面尺寸为89 mm × 1 219 mm,如果说层板胶合木减少了木材天然缺陷的影响,那么LVL则使木材天然缺陷的影响达到可忽略不计。相继投产的还有平行木片胶合木(PSL),可利用结构胶合板的下脚料制造,此后出现了更先进的利用速生阔叶材削片生产的层叠木片胶合木(LSL)技术。此外还有可以取代结构胶合板的定向木片板(OSB)和可用于结构的定向木片胶合木(OSL)。应当指出的是,PSL成品长度为20 m,截面尺寸为280 mm × 482 mm;LSL成品长度为14.6 m,截面尺寸为140 mm × 1 219 mm,且二者的设计强度还稍高于LVL,都可以用来建造各种跨度的结构。由此可见结构复合木材使木结构发展达到第二次历史性辉煌。

目前,北美和北欧木材的生长和采伐已达到良性循环,并且还可利用基因工程来改良树种,木结构成为名副其实的绿色建筑。因此,在这两个地区的住宅,居民首选是在郊区或半郊区的拥有独立中央空调的1~3层轻型木结构房屋。

由于我国木材资源匮乏,在建设过程中又使用不当,到20世纪80年代,结构用材采伐殆尽,当时国家又无足够的外汇储备从国际市场购进木材,以致停止使用木结构达20年之久。

世纪之交我国经济发展达到了新的高度,随着人们生活水平的提高,在沿海发达地区陆续建成上千幢从北美进口的1~3层轻型木结构住宅。我国的木结构终于在国家兴旺发达的环境中得到复苏,促使国家标准《木结构设计规范》GB 50005—2003和《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206—2002的修订中列入了轻型木结构的内容。

应当指出的是,北美目前轻型木结构住宅的主梁和车库大门的横梁都采用LSL等结构复合木材;楼盖采用预制工字形搁栅;屋盖采用齿板连接桁架;层面板、楼面板及墙面板以采用定向木片板(OSB)为主。

近年来胶合植入钢筋作为木结构一项崭新的技术备受关注,因为采用耐候的合成树脂胶将螺纹钢筋与木材胶合,二者的连接臻于完善,不论钢筋受拉或受压都受钢材屈服强度控制。在木结构中受力很大的节点或接头,如果能采用胶合植入钢筋增强,必定能减小

该处过度的变形。例如解决山西应县木塔的严重变形即可利用此项技术,该塔建于辽代(公元 1056 年),当时仅有唐代建造 1~2 层殿堂的经验,将其层叠为九层的木塔。底层梁端荷载成倍增加,致使截面较小的普柏枋端头,因超过木材横纹承压设计强度达到 4 倍之多而劈裂;截面较大的乳栿则发生严重的凹陷。应县木塔至今高度被压缩超过 1m 的主要原因即在于此。我们根据胶合植筋的原理进行了大量的试验,提出了采用“上、下钢板封闭植筋传力”作为普柏枋的加固方案;采用“植筋与支承钢板共同传力”作为乳栿的加固方案。说明这项现代木结构的技术,还可用于修复加固我国的古代木结构。

本书第 1 章介绍结构复合木材的制造工艺和力学性能。第 2 章参照 ASTM 标准提出评定结构复合木材质量的原则,以利结构复合木材保证质量安全可靠地在我国推广应用。

应当指出的是,预制工字形搁栅的翼缘和腹板皆采用结构复合木材,是木结构发展过程中第一种大量生产的预制构件,因此列为第 3 章的内容。

由于木结构较大的发展都与胶粘剂有关,形成两次历史性辉煌。目前胶合植入钢筋,正处于方兴未艾之际,因此在第 4 章介绍了木结构胶连接原理,并将木结构的胶合植入钢筋列为第 5 章。

本书第 6 章定型系列木屋架是采用结构复合木材 ISL 的专利,这是针对我国提出了屋顶“平改坡”的要求而列入的。因为这种屋架在达到“平改坡”要求的同时,还提供了可观的居住面积和储存室,可谓一举三得。

第 7 章是以旋切板胶合木作为样板,展示结构复合木材取代层板胶合木的实例。组钉板连接的旋切板胶合木桁架的跨度范围为 18~50 m,可用于一般的工业和商业房屋。旋切板胶合木还可以建成直径达 115 m 的圆顶,用于体育和展览场馆。

鉴于现代木结构技术的不断完善和发展,且编写人员水平和手中资料有限,书中难免存在谬误和不当之处,恳请广大读者批评斧正。

作 者  
2006 年 12 月

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 结构复合木材                | 1  |
| 1.1 旋切板胶合木(LVL)             | 1  |
| 1.2 平行木片胶合木(PSL)            | 7  |
| 1.3 层叠木片胶合木(LSL)            | 11 |
| 1.4 定向木片板(OSB)和定向木片胶合木(OSL) | 17 |
| 第 2 章 结构复合木材质量评定原则          | 22 |
| 2.1 质量评定基本要求                | 22 |
| 2.2 确定容许设计应力                | 25 |
| 2.3 体积效应参数的确定               | 27 |
| 2.4 建立 SCL 与锯材之间连接性能的等效关系   | 32 |
| 2.5 SCL 结构尺寸构件测定水平剪应力的试验方法  | 36 |
| 2.6 评定 SCL 耐久性和中心部分密度的试验方法  | 39 |
| 第 3 章 预制工字形搁栅               | 45 |
| 3.1 工字形搁栅的构造和制作工艺           | 45 |
| 3.2 TJI 搁栅的腹板加劲肋            | 48 |
| 3.3 TJI 搁栅腹板开孔的规定           | 50 |
| 第 4 章 木结构胶连接原理              | 53 |
| 4.1 胶缝的基本性能                 | 53 |
| 4.2 应力分析                    | 57 |
| 4.3 连接强度分析                  | 62 |
| 4.4 胶合指形接头                  | 68 |
| 第 5 章 木结构的胶合植入钢筋            | 73 |
| 5.1 胶合植入钢筋增强木材基本原理          | 73 |
| 5.2 胶合植入钢筋增强木材横纹承压          | 85 |
| 5.3 胶合斜向植筋                  | 89 |
| 第 6 章 定型系列木屋架               | 95 |
| 6.1 概述                      | 95 |
| 6.2 设计假定                    | 95 |
| 6.3 屋架安装                    | 97 |

---

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第7章 旋切板胶合木的工程应用 ..... | 103 |
| 7.1 概述 .....          | 103 |
| 7.2 应用实例 .....        | 104 |
| 7.3 旋切板胶合木桁架 .....    | 107 |
| 附录 .....              | 116 |
| 参考文献 .....            | 126 |

## 第 1 章 结构复合木材

结构复合木材 (Structural Composite Lumber, SCL) 是旋切单板或削片用耐水的合成树脂胶粘结、热压成型的。由于采用旋切单板和削片取代了锯切原木, 其出材率提高了 30% 以上。在热压机上胶合的复合木材, 截面尺寸可达  $280\text{ mm} \times 482\text{ mm}$ , 长度可达  $24\text{ m}$ , 能建造各种跨度的结构, 共有旋切板胶合木 (Laminated Veneer Lumber, LVL), 平行木片胶合木 (Parallel strand Lumber, PSL), 层叠木片胶合木 (Laminated Strand Lumber, LSL) 及定向木片胶合木 (Oriented Strand Lumber, OSL) 4 种。

### 1.1 旋切板胶合木 (LVL)

旋切板胶合木是将旋切的厚单板顺木纹层叠, 用室外型的合成树脂胶热压粘结而成的结构复合木材, 它最早应用于第二次世界大战中的飞机螺旋桨。从 20 世纪 70 年代中期, 旋切板胶合木因其具有高强度、截面尺寸的稳定性和匀质性, 而应用于梁、大门横梁、工字形预制搁栅的翼缘以及施工脚手架的跳板。

绝大部分旋切板胶合木产品的每层单板木纹方向都与构件长度方向平行, 这种特征赋予构件沿其长度方向具有定向的高强度性能。某些特制的旋切板胶合木, 其中少数几层单板木纹方向与构件的长度方向垂直搁置, 以提高与构件长度正交方向的强度, 这项技术措施的目的是为了改善构件的连接性能 (1994 年由 Cha 和 Pearson 提出)。与其他结构复合木材相似, 旋切板胶合木这种对木材进行重组的目的就是为了消除或分散木材的缺陷, 以获得具有较高可靠度和较小变异性的结构用材。

图 1.1 示出旋切板胶合木的生产工艺流程。北美制造 LVL 时采用的树种

或树种组合为花旗松、落叶松、南方松、黄杨、西部铁杉和云杉。初始的生产步骤类同胶合板,将原木在车床上旋切得宽为 2.6 m,厚度为 2.5 ~ 4.5 mm 的单板,将单板切成宽度为 686 mm 或 1 372 mm,长度为 2 565 mm。

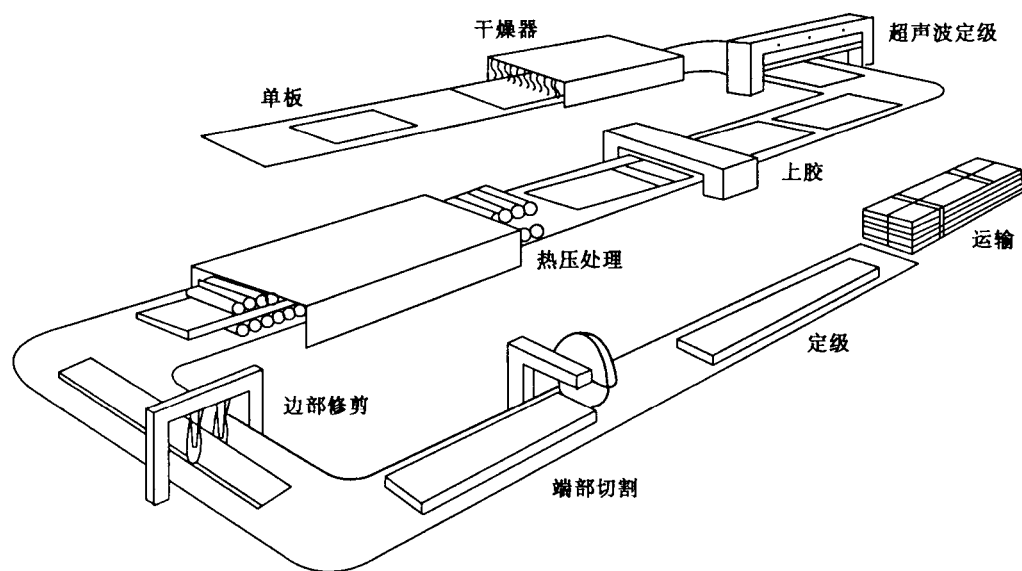


图 1.1 旋切板胶合木的生产工艺流程

将单板干燥到规定的含水率,用剪板机将影响强度的木材缺陷切除。

对单板进行目测定级,有时还采用非破损试验设备,如用超声波检测仪和检测密度的装置作为目测定级的补充。

将已定级的单板按毛坯要求的宽度切割,并涂抹酚醛树脂胶,然后采用人工或自动化铺装设备按规定的层数在组装生产线上将已施胶的单板逐层铺置,形成顺长而疏置的毛坯层单板相互对接,并将相邻层的接头错开,形成逐层搭接。高等级亦即高质量的单板通常放置在构件的外表面,这对于平置使用的脚手架跳板特别重要。较高质量的材料位于构件表面会提高构件的承载能力,同时也提高了表面的耐磨性。

毛坯成型后,传入滚轴压机,经过热压、养护,使毛坯的胶粘剂得到固化。图 1.2 示出在压制过程中的旋切板胶合木。美国的 Microllam 通用的尺寸为厚度 19.1 ~ 89 mm,宽度 63.5 ~ 1219 mm,长度 24 380 mm。芬兰的旋切板胶

合木采用挪威云杉制作,分为两种,其中 Kerto - S 所有的单板都平行放置,而 Kerto - Q 每个第 5 层皆为垂直放置的单板,通用的尺寸为厚度 27 ~ 75 mm,宽度 200 ~ 900 mm(见表 1.1),长度可达 23 m,成品的含水率约为 10%,在使用中要比实木低 2%。当含水率变化 1%时,芬兰旋切板胶合木尺寸随之变化的百分率列于表 1.2。

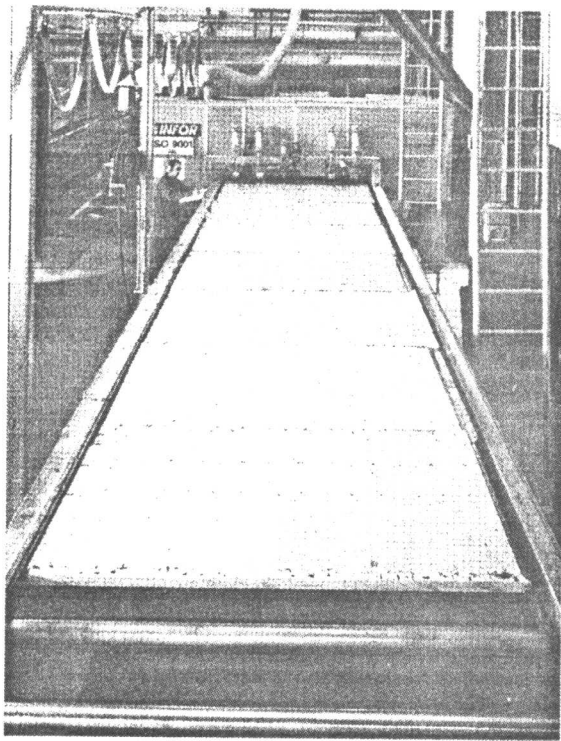


图 1.2 正在压制过程中的旋切板胶合木

表 1.1 芬兰旋切板胶合木的标准尺寸

| 宽度/mm | 厚度/mm |    |    |    |    |    |     |
|-------|-------|----|----|----|----|----|-----|
|       | 27    | 33 | 39 | 45 | 51 | 63 | 75* |
| 200   | ×     | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×   |
| 260   | ×     | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×   |
| 300   |       | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×   |

续表 1.1

| 宽度/mm | 厚度/mm |  |   |   |   |   |   |
|-------|-------|--|---|---|---|---|---|
| 360   |       |  | × | × | × | × | × |
| 400   |       |  |   | × | × | × | × |
| 450   |       |  |   |   | × | × | × |
| 500   |       |  |   |   |   | × | × |
| 600   |       |  |   |   |   | × | × |
| 900   |       |  |   |   |   |   | × |

注：\* 仅 Kerto-S 有此尺寸。

表 1.2 芬兰旋切板胶合木的膨胀率及收缩率 %

| 尺度 | Kerto-S | Kerto-Q |
|----|---------|---------|
| 长度 | 0.01    | 0.01    |
| 宽度 | 0.32    | 0.03    |
| 厚度 | 0.24    | 0.24    |

1999 年,美国州际建筑公务协会(ICBO)在结构复合木材(包括 LVL、PSL、LSL 等)的评估报告 ER-4979 中提供了美国生产的旋切板胶合木 Microllam 容许设计应力,其具体数值见表 1.3。

表 1.3 旋切板胶合木(LVL)结构构件容许设计应力

| 毛坯材料<br>厚度/mm      | 树 种                         | 弹性模量定级<br>/(N·mm <sup>-2</sup> ) | 轴向力<br>/(N·mm <sup>-2</sup> ) |                      | 梁<br>/(N·mm <sup>-2</sup> ) |                      |                        | 板<br>/(N·mm <sup>-2</sup> ) |                      |                        |
|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|
|                    |                             |                                  | <i>f<sub>t</sub></i>          | <i>f<sub>c</sub></i> | <i>f<sub>m</sub></i>        | <i>f<sub>v</sub></i> | <i>f<sub>c90</sub></i> | <i>f<sub>m</sub></i>        | <i>f<sub>v</sub></i> | <i>f<sub>c90</sub></i> |
|                    |                             |                                  |                               |                      |                             |                      |                        |                             |                      |                        |
| 19.1 ~<br><br>44.5 | 花旗松<br><br>美国黑松<br><br>西部铁杉 | 11 000                           | 8.5                           | 14.5                 | 14.7                        | 2.0                  | 5.2                    | 17.4                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 12 400                           | 10.0                          | 16.4                 | 16.8                        | 2.0                  | 5.2                    | 20.0                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 13 100                           | 10.7                          | 17.3                 | 17.9                        | 2.0                  | 5.2                    | 21.2                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 13 800                           | 11.4                          | 18.2                 | 18.9                        | 2.0                  | 5.2                    | 22.4                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 15 200                           | 12.8                          | 19.8                 | 21.1                        | 2.0                  | 5.2                    | 24.9                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 16 500                           | 14.3                          | 21.2                 | 23.2                        | 2.0                  | 5.2                    | 27.4                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 17 900                           | 15.7                          | 22.5                 | 25.3                        | 2.0                  | 5.2                    | 29.9                        | 1.3                  | 3.3                    |
| 22.2 ~<br><br>89   | 花旗松<br><br>美国黑松<br><br>西部铁杉 | 11 000                           | 8.5                           | 14.5                 | 13.3                        | 2.0                  | 5.2                    | 15.7                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 12 400                           | 10.0                          | 16.4                 | 15.2                        | 2.0                  | 5.2                    | 18.0                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 13 100                           | 10.7                          | 17.3                 | 16.2                        | 2.0                  | 5.2                    | 19.1                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 13 800                           | 11.4                          | 18.2                 | 17.1                        | 2.0                  | 5.2                    | 20.3                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 15 200                           | 12.8                          | 19.8                 | 19.0                        | 2.0                  | 5.2                    | 22.5                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 16 500                           | 14.3                          | 21.2                 | 20.9                        | 2.0                  | 5.2                    | 24.8                        | 1.3                  | 3.3                    |
|                    |                             | 17 900                           | 15.7                          | 22.5                 | 22.8                        | 2.0                  | 5.2                    | 27.0                        | 1.3                  | 3.3                    |
| 19.1 ~<br><br>89   | 南方松                         | 12 400                           | 10.9                          | 16.4                 | 16.8                        | 2.0                  | 6.1                    | 20.0                        | 1.3                  | 3.6                    |
|                    |                             | 13 100                           | 11.6                          | 17.3                 | 17.9                        | 2.0                  | 6.1                    | 21.2                        | 1.3                  | 3.6                    |
|                    |                             | 13 800                           | 12.4                          | 18.2                 | 18.9                        | 2.0                  | 6.1                    | 22.4                        | 1.3                  | 3.6                    |
|                    |                             | 15 200                           | 14.0                          | 19.8                 | 21.1                        | 2.0                  | 6.1                    | 24.9                        | 1.3                  | 3.6                    |
|                    |                             | 16 500                           | 15.6                          | 21.2                 | 23.2                        | 2.0                  | 6.1                    | 27.4                        | 1.3                  | 3.6                    |
|                    |                             | 17 900                           | 17.1                          | 22.5                 | 25.3                        | 2.0                  | 6.1                    | 29.9                        | 1.3                  | 3.6                    |

续表 1.3

| 毛坯材料<br>厚度/mm  | 树 种 | 弹性模量定级<br>$/(N \cdot mm^{-2})$ | 轴向力                  |       | 梁                    |       |           | 板                    |       |           |
|----------------|-----|--------------------------------|----------------------|-------|----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------|
|                |     |                                | $/(N \cdot mm^{-2})$ |       | $/(N \cdot mm^{-2})$ |       |           | $/(N \cdot mm^{-2})$ |       |           |
|                |     |                                | $f_t$                | $f_c$ | $f_m$                | $f_v$ | $f_{c90}$ | $f_m$                | $f_v$ | $f_{c90}$ |
| 19.1 ~<br>89   | 黄 杨 | 11 000                         | 9.3                  | 14.5  | 14.7                 | 2.0   | 6.1       | 17.4                 | 1.3   | 4.6       |
|                |     | 12 400                         | 10.9                 | 16.4  | 16.8                 | 2.0   | 6.1       | 20.0                 | 1.3   | 4.6       |
|                |     | 13 100                         | 11.6                 | 17.3  | 17.9                 | 2.0   | 6.1       | 21.2                 | 1.3   | 4.6       |
|                |     | 13 800                         | 12.4                 | 18.2  | 18.9                 | 2.0   | 6.1       | 22.4                 | 1.3   | 4.6       |
|                |     | 15 200                         | 14.0                 | 19.8  | 21.1                 | 2.0   | 6.1       | 24.9                 | 1.3   | 4.6       |
| 19.1 ~<br>44.5 | 南方松 | 13 800 及<br>$f_m = 20.2$       | 12.4                 | 20.9  | 20.2                 | 2.0   | 6.1       | 23.8                 | 1.3   | 3.6       |

在建筑设计中对表 1.3 中数值的使用应注意以下几点:

(1)容许设计应力是根据有遮盖的干燥环境,相当于锯材应用于含水率小于 16% 的条件。

(2)表中的  $f_t$  值反映了在通常的应用条件下,综合长度、宽度和厚度的体积效应,因此当由 Trus Joist MacMillan 公司生产用做专门工程的构件时,不能直接按表中的  $f_t$  验算,而应根据另外的规定验算。

(3) $f_m$  包含了高跨比( $h/L$ )和加载的方式变化的容许范围,因此,除下面的规定外,不应再作调整,当负责的工程师或建筑师对工程应用的计算书已经签字,则  $f_m$  容许提高 5%;当截面厚度不变,而高度不等于 305 mm 时,则表中数值应乘以  $(305/h)^{0.136}$ ;当高度小于 89 mm 时,仍按 89 mm 高度的修正系数计算。对于常用的截面高度值,其修正系数列于下表。

| 截面高度/mm | 89   | 140  | 184  | 235  | 305  | 406  | 508  | 610  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 修正系数    | 1.18 | 1.11 | 1.07 | 1.04 | 1.00 | 0.96 | 0.93 | 0.91 |

(4)当某种构件按有关的建筑标准评定属于大量重复使用的构件时, $f_m$ 值可提高4%,附加在(3)的增加值上,但对于在工地拼装的重复使用的梁不可提高。

(5)为了简化起见,当截面高度在610 mm以内, $f_v$ 取 $2.0 \text{ N/mm}^2$ ;当截面高度大于610 mm, $f_v$ 取 $1.8 \text{ N/mm}^2$ 。当需要进行更为精确的分析,对于所有截面高度大于305 mm的构件,其容许的水平剪应力按下式计算

$$f_v = 2 \times (305/h)^{0.065}$$

(6)垂直木纹的容许设计应力,由于荷载长期作用的影响,不予提高。

(7)所列数值系指板的厚度在89 mm以内。

## 1.2 平行木片胶合木(PSL)

平行木片胶合木是由加拿大的麦克米伦·波洛德尔(MacMilan Bloedel)有限公司发明,1986年正式成为专利产品,商品名称为Parallam PSL,此项产品在北美木结构中占有重要的市场份额,现在由惠好集团的Trus Joist公司生产。

20世纪70年代,原形产品——概念中的平行木片胶合木,计划是利用森林废弃物(枝桠)生产的结构复合木材,取代大截面的锯材,经过不止10年的反复研制,最后确定采用旋切的木片,用酚醛树脂胶热压成平行木片胶合木,最终形成我们现在看到的高强度结构复合木材。目前平行木片胶合木已同时在加拿大和美国的工厂中生产。

图1.3示出平行木片胶合木的生产工艺流程。加拿大和美国分别采用花旗松、南方松和黄杨的旋切单板作为主要原料来制作平行木片胶合木。标准的 $3.2 \text{ mm} \times 1.2 \text{ m} \times 2.4 \text{ m}$ 单板直接从原木旋切,或从单板工厂获取。将单板干燥到要求的含水率后,劈成约为19 mm宽的木片,其最大长度不超过2.4 m;在劈制的过程中不可避免地产生一些短的木片,这些木片也都可以用来制作平行木片胶合木。在开始旋切原木时,通常会有一些不完整的单板,不能用来制作胶合板或旋切板胶合木(LVL),但皆可用来制作平行木片胶合木。平行

木片胶合木可利用不符合要求的单板来制作的优越性,提高了原木制作结构构件的利用率。

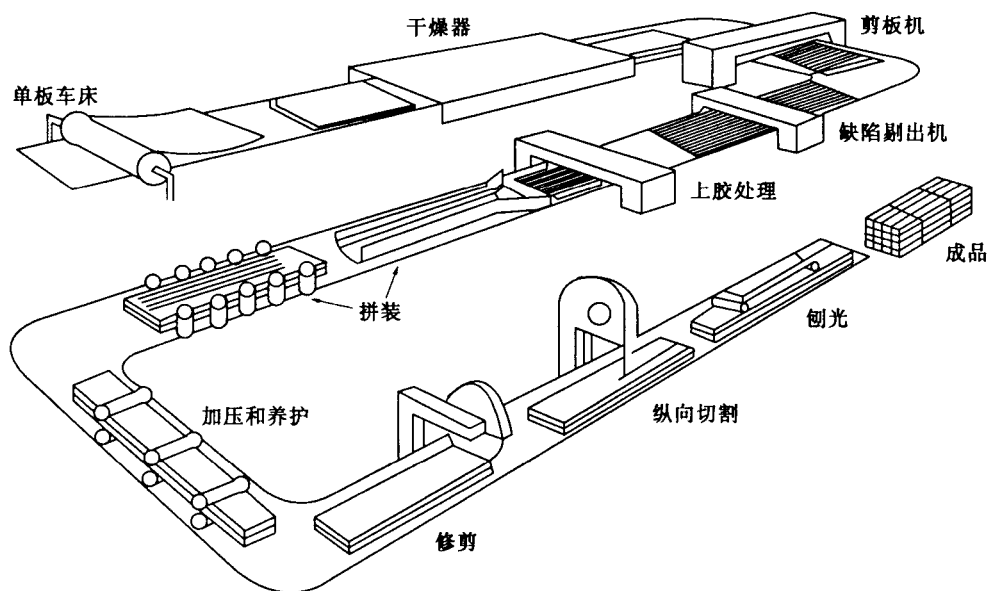


图 1.3 平行木片胶合木的生产工艺流程

下面介绍剔除缺陷的工序,将木片用传送带输送,在木片的传送线上,设置间隙。木片不得不逐一跨越间隙才能到达下一工序,其中的短木片则掉落在传送带下面的废料收集器中,薄弱的木片因自重而折断掉落。这种简易的排除缺陷的工序有效地消除对产品强度不利的短或薄弱的木片,其目的就在于保证产品中的木片皆强度足够且长度不小于 305 mm。

下道工序是采用滚动式布料器将木片用酚醛树脂涂敷,或将木片浸泡在树脂中,要求木片表面满敷胶液,但需用喷气器将多余的胶液去除。然后将已敷胶的木片传送到成型台,平铺成连续且松软的毛坯,并用调整装置使木片沿毛坯的长度方向排列。在木片整个传送过程中,配备了控制质量流动的装置,使操作人员能够确切地控制毛坯的纤维含量。

将松软的毛坯连续地传送至带式压机,在密封的状态下,采用微波将毛坯加热至胶的养护温度,最后这一连续的毛坯转化为产品时的截面尺寸为 280 mm × 482 mm,因为是连续压制的工艺流程,所以产品的长度是根据运输的

限制而定为 20 m。制作完毕的坯料按要求的长度切割,用粗齿锯按毛尺寸或工程需要的规格锯切,然后用砂纸打磨至最后的尺寸;也可采用侧向胶合技术,将其胶合成较大尺寸的构件,代替层板胶合木梁,单根梁的质量受运输质量的制约。

现有的平行木片胶合木产品尺寸是与既定的木结构构件尺寸相应的,工程需要其他尺寸的产品,也可与制造厂商定。

平行木片胶合木产品的含水率指标是为了保证产品既具有足够强度又具有稳定的性能,不会因气候变化而产生收缩、挠曲、横弯、纵向弯曲或劈裂,通常规定平行木片胶合木产品的含水率为 8% ~ 12%。在住宅木结构中,平行木片胶合木适宜用于横梁,或在梁、柱体系中用于立柱;在轻型木结构中用于各种过梁;在重型木结构中可用于中等或大截面构件。图 1.4 示出采用平行木片胶合木的实例。平行木片胶合木同样可以进行防护剂处理,并能透入足够的深度。

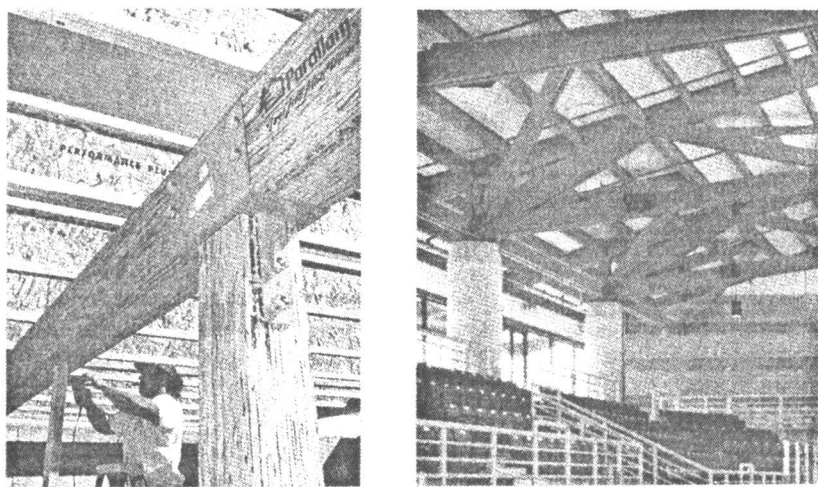


图 1.4 平行木片胶合木应用实例

平行木片胶合木的容许设计应力列于表 1.4。平行木片胶合木采用螺栓或钉连接时,其侧向受力的承载能力设计值以及钉的抗拔力均可按密度为  $0.5 \text{ g/cm}^3$  花旗松锯材确定。平行木片胶合木的耐火试验表明,PSL 的碳化率和火焰扩展等级可视同锯材。

表 1.4 平行木片胶合木(PSL)结构构件容许设计应力

| 树种        | 弹性模量分级<br>$/(N \cdot mm^{-2})$ | 轴向力<br>$/(N \cdot mm^{-2})$ |       | 荷载平行木片<br>宽面(见图 1.5)<br>$/(N \cdot mm^{-2})$ |       |           | 荷载垂直木片<br>宽面(见图 1.5)<br>$/(N \cdot mm^{-2})$ |       |           |
|-----------|--------------------------------|-----------------------------|-------|----------------------------------------------|-------|-----------|----------------------------------------------|-------|-----------|
|           |                                | $f_t$                       | $f_c$ | $f_m$                                        | $f_v$ | $f_{c90}$ | $f_m$                                        | $f_v$ | $f_{c90}$ |
| 花旗松       | 12 400                         | 13.4                        | 17.2  | 17.2                                         | 1.6   | 4.1       | 16.5                                         | 1.38  | 2.93      |
|           | 13 100                         | 14.5                        | 18.6  | 18.6                                         | 1.8   | 4.7       | 17.9                                         | 1.38  | 3.10      |
|           | 13 800                         | 15.5                        | 20.0  | 20.0                                         | 2.0   | 5.2       | 19.3                                         | 1.45  | 3.27      |
|           | 14 500                         | 16.5                        | 21.4  | 21.4                                         | 2.2   | 5.3       | 20.7                                         | 1.52  | 3.45      |
| 南方松       | 12 400                         | 13.4                        | 17.2  | 17.2                                         | 1.6   | 4.1       | 16.5                                         | 1.31  | 2.93      |
|           | 13 100                         | 14.5                        | 18.6  | 18.6                                         | 1.8   | 4.7       | 17.9                                         | 1.38  | 3.27      |
|           | 13 800                         | 15.5                        | 20.0  | 20.0                                         | 2.0   | 5.2       | 19.3                                         | 1.45  | 3.62      |
|           | 14 500                         | 16.5                        | 21.4  | 21.4                                         | 2.0   | 5.7       | 20.7                                         | 1.52  | 3.96      |
| 西部铁杉      | 12 400                         | 13.4                        | 17.2  | 17.2                                         | 1.6   | 3.5       | 16.5                                         | 1.31  | 2.62      |
|           | 13 100                         | 14.5                        | 18.6  | 18.6                                         | 1.8   | 4.0       | 17.9                                         | 1.38  | 2.86      |
|           | 13 800                         | 15.5                        | 20.0  | 20.0                                         | 2.0   | 4.5       | 19.3                                         | 1.45  | 3.10      |
|           | 14 500                         | 16.5                        | 21.4  | 21.4                                         | 2.2   | 4.8       | 20.7                                         | 1.52  | 3.27      |
| 黄杨<br>或红槭 | 12 400                         | 13.4                        | 17.2  | 17.2                                         | 1.6   | 4.1       | 16.5                                         | 1.31  | 3.62      |
|           | 13 100                         | 14.5                        | 18.6  | 18.6                                         | 1.8   | 4.7       | 17.9                                         | 1.38  | 4.13      |
|           | 13 800                         | 15.5                        | 20.0  | 20.0                                         | 2.0   | 5.2       | 19.3                                         | 1.45  | 4.65      |
|           | 14 500                         | 16.5                        | 21.4  | 21.4                                         | 2.2   | 5.7       | 20.7                                         | 1.52  | 5.17      |

注:①容许设计应力是根据有遮盖的干燥的环境,相当于锯材应用于含水率小于 16%的条件。  
②表中容许设计应力按截面高度  $h = 305\text{ mm}$  确定,当截面高度不同时,应乘以修正系数  $(305/h)^{0.111}$ 。  
下表列出常用截面高度的修正系数。